

(19)



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets

(11) Numéro de publication:

**0 371 834**  
**A1**

(12)

# **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(21) Numéro de dépôt: 89402982.6

(51) Int. Cl. 5: **B21D 26/14**

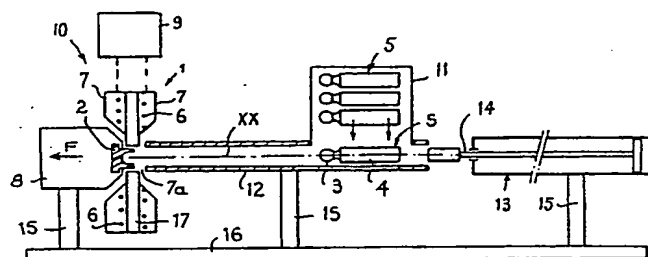
(22) Date de dépôt: 27.10.89

(30) Priorité: 29.11.88 FR 8815598

(43) Date de publication de la demande:  
06.06.90 Bulletin 90/23(84) Etats contractants désignés:  
**DE ES GB IT**(71) Demandeur: **S.A.M.M.- Société d'Applications  
des Machines Motrices**  
Chemin de la Malmaison  
F-91570 Bièvres(FR)(72) Inventeur: **Furminieux Gilbert**  
Route de Gaillon  
F-27120 Houlbec-Cocherel(FR)(74) Mandataire: **Martin, Jean-Paul et al**  
c/o **CABINET LAVOIX 2, Place d'Estienne  
d'Orves**  
F-75441 Paris Cedex 09(FR)

(54) **Procédé et dispositif pour le sertissage par magnétoformage de patins sur des têtes de pistons de pompes hydrauliques.**

(57) Ce dispositif comprend un poste de sertissage (1) pourvu de bobines d'induction magnétiques (7) alimentées par un générateur (9) et d'un support (8) de patins (2); le piston (5) est chauffé préalablement à l'introduction de sa tête (3) dans le patin (2) dans un four régulé (11), puis transféré au poste de sertissage (1) dans un tube (12) par un vérin (13). Une décharge du générateur (9) dans les bobines (7) provoque le sertissage du patin (2) sur la tête (3) avec création d'un jeu et d'un couple de rotulage extrêmement faibles, ainsi que d'un jeu axial pratiquement nul. Ce mode de sertissage garantit l'obtention d'un jeu et d'un couple de rotulage très réduits et par conséquent un meilleur rendement de la pompe sur une plus longue durée que les pompes dont les pistons sont équipés de patins sertis mécaniquement.



**FIG.1**

**EP 0 371 834 A1**

## Procédé et dispositif pour le sertissage par magnétoformage de patins sur des têtes de pistons de pompes hydrauliques.

La présente invention a pour objet un procédé de sertissage par magnétoformage d'un patin sur une tête sphérique de piston pour pompe hydraulique ainsi qu'un dispositif pour la mise en oeuvre de ce procédé.

On sait que le magnétoformage ou formage électromagnétique consiste dans son principe, à former des matériaux, sans contact mécanique, par des forces de champs électromagnétiques. A cet effet, on décharge les condensateurs d'un générateur dans les spires d'une bobine entourant une pièce tubulaire à former ou logée à l'intérieur de celle-ci. Cette décharge produit dans la pièce à former, pendant un temps très bref, des courants induits intenses, oscillants et fortement amortis.

Ces courants de Foucault créent avec le champ magnétique produit par le courant parcourant la bobine des forces de répulsion très élevées entre la bobine et la pièce, laquelle est ainsi repoussée et formée au profil voulu.

Les tensions utilisées peuvent se situer entre 3000 et 15000 Volts, les énergies dissipées dans la bobine peuvent atteindre environ 48 K.Joules, leur durée étant de l'ordre de 100 micro-seconde, ce qui correspond à une puissance instantanée pouvant atteindre environ 480 Méga-Watts.

Les "tirs" ainsi effectués peuvent être exécutés soit avec une bobine explosive, qui ne sert qu'une seule fois et est détruite après usage, soit avec une bobine permanente, maintenue en place par un support convenable et qui permet des opérations en série.

L'invention a pour but d'appliquer la technique de magnétoformage au sertissage de patins sur des têtes sphériques de pistons pour pompes hydrauliques. Habituellement jusqu'à présent, le sertissage des patins sur les têtes sphériques de ces pistons a été effectué par contact mécanique, (principalement fluotournage) complété par l'utilisation d'abrasif. En effet, les deux pièces doivent être serties avec un jeu et un couple de rotulage les plus réduits possibles, afin de garantir à la pompe un rendement optimum. La tête du piston est au préalable enduite d'un film d'abrasif ou bien ce dernier est injecté avec de l'huile après sertissage.

La difficulté est donc d'obtenir un rotulage de très bonne qualité avec un couple de fonctionnement et un jeu extrêmement faibles, en particulier un jeu axial pratiquement nul. Or, pour sertir le patin à la forme parfaitement sphérique de la tête du piston, le sertissage doit être extrêmement dur, de sorte qu'ensuite il est difficile de recréer le jeu nécessaire. En particulier ce procédé a l'inconvénient de générer dans le patin des défauts de

portée sphérique dus à la technique de repoussage et à la présence de produit d'interposition provoquant des portées trop restreintes, tout en donnant une "sensation" initiale de jeu axial et de rotulage corrects. Mais de ce fait le patin s'use rapidement et il en résulte que la pompe prend très rapidement du jeu (par exemple 1/10 mm de jeu axial) et que son rendement diminue.

L'invention a pour but d'utiliser le magnétoformage pour sertir les patins sur les têtes sphériques de pistons, afin de bénéficier des avantages de ce procédé sur le sertissage mécanique. Ces avantages sont, notamment, l'absence d'influence des tolérances géométriques "d'interfaces" du patin sur le sertissage, l'absence d'usure d'outillage et de contraintes dans les zones non concernées, l'ultra rapidité du sertissage (durée brute inférieure à 1ms) permettant la production en série avec des temps très courts, et la création simultanée du jeu de rotulage requis sans opération ultérieure de conformage.

Selon un premier mode de réalisation du procédé visé par l'invention, on interpose avant sertissage, entre la tête du piston et le patin, un film organique soluble destiné à réserver un jeu de rotulage, puis après sertissage on détruit ce film par dissolution dans un solvant approprié.

A titre indicatif on peut utiliser par exemple un film soluble du type laque pour cheveux (résine polymère en solution telle qu'un terpolymère carboxylique en solution dans de l'éthanol à 93%), et comme solvant du méthanol ou de l'éthanol.

Selon un second mode de réalisation du procédé conforme à l'invention, on chauffe avant sertissage le piston à une température prédéterminée, puis on introduit sa tête dans le patin, et après sertissage on laisse refroidir la tête du piston afin de créer un jeu de rotulage entre celle-ci et le patin.

Ainsi est obtenu le jeu souhaité par effet thermique différentiel entre la tête du piston et le patin.

Le dispositif de sertissage pour la mise en oeuvre du second mode de réalisation du procédé ci-dessus comprend un poste de sertissage pourvu d'un support de patins et d'une bobine d'induction magnétique alimentée par un générateur, des moyens de chauffage du piston préalablement à son introduction dans le patin, et des moyens pour déplacer le piston après chauffage jusqu'au patin.

Les moyens de chauffage peuvent être un four ou un système à fluide caloporteur de température régulée, et le dispositif peut en outre comporter un tube de transfert des pistons successifs après chauffage au poste de sertissage, ainsi qu'un vérin

d'entraînement des pistons dans le tube.

D'autres particularités et avantages de l'invention apparaîtront au cours de la description qui va suivre, faite en référence aux dessins annexés qui en illustrent une forme de réalisation à titre d'exemple non limitatif.

La figure 1 est une vue en élévation longitudinale schématique d'une première forme de réalisation du dispositif de sertissage selon l'invention.

La figure 2 est une vue en élévation simplifiée à échelle agrandie du poste de sertissage du dispositif de la Fig.1.

La figure 3 est une vue analogue à la Fig.1 d'une seconde forme de réalisation du dispositif selon l'invention.

La figure 4 est une vue analogue à la Fig.2 du poste de sertissage du dispositif de la Fig.3.

Les figures 4A et 4B sont des vues de détail de variantes d'exécution de l'ensemble inducteur de la Fig.4.

La figure 5 est une vue analogue à la Fig.4 montrant une variante du sertissage.

La figure 6 est une vue mi-coupe transversale, mi-élévation avec arrachement d'un piston de pompe hydraulique sur la tête duquel a été serti un patin conformément à l'invention.

La figure 7 est une vue en coupe axiale d'une pompe hydraulique aux pistons de laquelle l'invention est applicable.

Le dispositif représenté à la Fig.1 comprend un poste 1 de sertissage d'un patin 2 sur la tête sphérique 3 du corps cylindrique 4 d'un piston 5 destiné à une pompe hydraulique telle que celle de la Fig.7.

Le poste 1 comprend un ensemble inducteur 10 qui comporte, d'une part, deux bobines inductrices annulaires 7, d'axe XX reliées en série, pourvues chacune d'un bobinage plan 6 solidement noyé dans une carcasse très rigide, et d'autre part un concentrateur de champ 17. Ce dernier est constitué d'une plaque intercalée entre les bobines 7, percé d'une ouverture centrale de passage d'un patin 2, et sur chaque côté de laquelle les deux bobines 7 sont solidement fixées.

Le patin 2 est porté par un support 8, et les bobines 7 sont alimentées par un générateur 9. Ce dernier, le support 8 et le concentrateur 17 peuvent être réalisés de manière connue en soi, le concentrateur pouvant par exemple être constitué d'un alliage cuivre-béryllium.

Le dispositif comprend également des moyens de chauffage du piston 5 avant son introduction dans le patin 2. Dans l'exemple décrit, ces moyens sont constitués par un four 11 thermostaté de mise en chauffe du piston 5. Ce four 11 est relié au poste de sertissage 1 par un tube 12 de transfert des pistons successifs 5 après chauffage au poste 1. Ces transferts peuvent être assurés par un vérin

13, de préférence pneumatique, dont la tige 14 peut pénétrer dans le four 11 pour acheminer les pistons préchauffés 5 dans le tube 12 jusqu'à ce que leurs têtes sphériques 3 viennent s'introduire à l'intérieur des patins correspondants 2 et s'appliquer avec une poussée d'environ 50 daN pendant la phase sertissage.

L'ensemble inducteur 10, le tube 12 et le vérin 13 sont disposés suivant l'axe général X-X horizontal, le dispositif étant en appui par des montants 15 sur une base 16.

Le support de patins 8 est équipé de moyens d'extraction par l'arrière (suivant la flèche F) des pistons 5 munis de patins 2 sertis. Le support 8 contient un coffret électrique (connu en soi et non représenté) de commande de séquences du générateur 9 et d'alimentation du four 11. Ce coffret contient un indicateur de température et un système de sécurité indiquant que le piston 5 est en place dans le patin 2 et autorisant le "tir" automatique du générateur 9 dans les bobines 7, avec une temporisation par exemple de 0,1 seconde environ.

Le poste de sertissage 1 comprend également une bague 18 appelée "propulseur", en un matériau conducteur électrique très bon tel que le cuivre pur. Cette bague 18 est dimensionnée pour pouvoir enserrer et déborder l'extrémité du patin 2 orientée vers le corps 4 du piston 5, et interposée entre celui-ci et le concentrateur de champ 17. De plus, entre le propulseur 18 et un collet périphérique saillant 2a formé à l'extrémité du patin 2, est interposée une bague isolante 19 qui a pour fonction de positionner convenablement le propulseur 18.

Par ailleurs, afin que lors du "tir" du générateur 9 dans les bobines 7, le propulseur 18 ne risque pas de glisser sur le patin 2, des irrégularités sont ménagées sur la surface extérieure du patin 2 enserrée par le propulseur 18. Ces irrégularités peuvent être de préférence constituées par une encoche annulaire 21 limitée du côté du corps 4 du piston 5 par un ressaut terminal 22 (Fig.6).

La mise en oeuvre du dispositif de sertissage qui vient d'être décrit, par le procédé conforme à l'invention, est la suivante.

Compte tenu que la tête sphérique 3 est généralement constituée en un acier approprié (par exemple de l'acier 100 c6 traité), la température de cette tête 3 ne doit jamais atteindre 180 °C, même superficiellement. Le four 11 est donc réglé en conséquence, et de telle sorte qu'au moment du sertissage, après transfert du piston chauffé 5 par le tube 12, la différence de température entre le piston 2 et la tête 3 soit de l'ordre de 100 °C environ (suivant le jeu souhaité).

Incidemment, la contrainte impérative de température indiquée ci-dessus exclut les procédés de chauffage pouvant atteindre cette limite même briè-

vement, sans contrôle possible, par exemple rayonnement, induction ...

De préférence le four 11 assure le chauffage indirect des patins 2 par fluide caloporteur, dont la température régulée est strictement inférieure à 180° C. Le fluide utilisé est choisi de manière qu'il n'entraîne pas de corrosion des pièces, ces dernières étant en acier non inoxydable.

On met en place tout d'abord le patin avec son support de centrage 8 dans l'inducteur 10 en face de la sortie du tube 12. Ensuite on réalise, au moyen du vérin 13, le transfert d'un piston chaud 5 depuis le four distributeur 11 dans le tube 12 vers le patin 2.

La tête sphérique 3 du piston 5 vient s'appliquer, sans choc, dans la sphère du patin 2 avec une poussée d'environ 50 daN. Le "tir" de sertissage s'effectue alors automatiquement par décharge du générateur 9 dans les bobines 7. La poussée peut être augmentée sans inconvénient, 50daN étant un minimum pour un maintien correct des pièces.

Selon une particularité du procédé, la puissance électrique déchargée dans les bobines 7 est supérieure de 50 à 100% environ à la puissance théorique nécessaire au sertissage. On obtient ainsi un sertissage extrêmement enveloppant, en même temps que le jeu très réduit souhaité entre la tête 3 et le patin 2, ce très faible jeu permettant lui-même un très faible couple de rotulage.

Durant la décharge, la partie du patin 2 enserrée par le propulseur 18 vient se serrer étroitement sur la tête sphérique 3, et le propulseur 18 vient épouser l'encoche 21 et le ressaut 22. Après le "tir" et le retrait de l'ensemble serti, le propulseur 18 et la bague 19 sont extraits du patin 2 au moyen d'un outillage approprié non représenté, spécifique à chaque type d'ensemble serti et distinct du dispositif de sertissage.

Après sertissage du patin 2, aucune retouche des surfaces en regard de la tête 3 et du patin serti 2 n'est nécessaire. La zone de sertissage ne présente aucun défaut (tel que crique ou fissure) et le jeu ainsi que le couple de rotulage correspondants extrêmement réduits, sont donc obtenus en une seule opération, sans qu'aucune reprise ultérieure du jeu de rotulage soit nécessaire.

Les jeux axiaux de rotulage obtenus sont pratiquement voisins de 0. A titre d'exemple numérique indicatif, l'énergie envoyée dans les bobines 7 par le générateur 9 peut être de 1,3 K.Joules pour une tête sphérique 3 dont le diamètre est compris entre environ 4,77 et 4,79 mm. Le jeu axial obtenu est inférieur ou égal à 0,01 mm et le couple de rotulage correspondant est inférieur ou égal à 0,003 mN.

Egalement à titre indicatif, des essais ont montré qu'après cent heures d'endurance dans des conditions difficiles sur une pompe PF100, on ob-

tient des jeux axiaux de 10 à 30 microns pour des jeux de 0 à 5 microns après sertissage.

Selon un autre mode de réalisation du procédé conforme à l'invention, on recouvre avant sertissage les têtes sphériques 3 d'un film-laque approprié comme mentionné précédemment. Dans ce cas, le four 11 du dispositif de la Fig.1 n'est pas mis en chauffe.

L'exécution du sertissage est similaire à celle décrite dans le cadre du procédé thermique précédent, avec cette différence et celle selon laquelle, après sertissage et retrait du propulseur 18 et de la bague 19, on dissout le film avec un solvant tel que ceux déjà indiqués.

Le dispositif représenté aux Fig.3 et 4 comporte un poste de sertissage 1A dans lequel le sertissage est exécuté avec une bobine 7A dite "perdue" ou explosive. Ces termes sont employés par opposition aux bobines 7 dites "permanentes", grâce à leur construction robuste avec les bobinages 6 noyés dans une solide carcasse, et à l'adjonction du concentrateur 17.

Dans ce cas la bobine 7A, alimentée par le générateur 9, n'est plus noyée dans un support, mais simplement constituée d'un enroulement cylindrique de fil de cuivre verni qui ne sert qu'une fois. Elle peut être disposée telle quelle autour du propulseur 18, et est détruite au cours du sertissage.

Afin de faciliter sa fabrication et sa mise en place, l'enroulement de la bobine 7A peut être collé sur un manchon 30 en carton ou plastique (Fig.4A) par exemple, ou bien surmoulé dans une matière plastique 31 (Fig.4B).

Cette variante présente l'avantage d'une construction simple et rapide pour des sertissages en faible quantité, l'inconvénient étant la consommation d'une bobine par sertissage.

La mise en oeuvre du sertissage reste semblable à celle de l'une des réalisations précédentes, en fonction du choix du jeu de rotulage par effet thermique ou par dépose de film-laque sur les têtes des pistons 5.

Un troisième mode de réalisation de l'invention dite "manuelle" est représentée à la Fig.5. Cette variante ne met pas en oeuvre l'effet thermique (chauffage du piston) pour l'obtention du jeu, mais seulement la technique du film soluble.

On assemble le piston 5, le patin 2, la bague plastique isolante 19A, le propulseur 18A et un tube isolant plastique 23, enveloppant le corps 4 du piston 5. Puis on met en place la bobine 6A avec un fil par exemple de cuivre émaillé, on immobilise ces éléments au moyen d'une gaine thermorétractée 24 enserrant le tout. Enfin on maintient imbriqués le piston 5 et le patin 2 par des moyens de serrage appropriés, non représentés.

La bobine 6A est reliée au générateur 9 pour effectuer le tir de sertissage.

Le retrait du propulseur se fait comme indiqué précédemment.

L'avantage de ce mode de réalisation est sa simplicité de mise en oeuvre, sans outillage spécifique.

Les ensembles sertis font l'objet des contrôles suivants:

- 1) contrôle unitaire de:
  - couple de rotulage
  - jeu axial,
  - vérification de l'absence de criqué par ressuage.

2) prélèvement d'un élément du lot pour coupe axiale de l'ensemble. L'examen de la coupe permet la vérification de la géométrie interne du sertissage et l'absence de résidus entre les surfaces de rotulage.

La Fig.7 montre une pompe hydraulique 20 équipée d'une série de pistons 5 disposés coaxialement à son axe général YY et auxquels peut être appliquée l'invention. Cette pompe 20 est d'un type connu en soi et ne sera donc pas décrite en détail. On indiquera seulement que les patins 2, sertis sur les têtes 3 des pistons 5, sont en appui glissant sur une surface 25 inclinée d'un angle approprié sur l'axe YY.

## Revendications

1. Procédé de sertissage par magnétoformage d'un patin sur une tête sphérique (3) d'un piston (5) de pompe hydraulique, caractérisé en ce qu'avant sertissage, on chauffe le piston (5) à une température prédéterminée, puis on introduit sa tête (3) dans le patin (2) et après sertissage on laisse refroidir la tête (3) du piston afin de créer un jeu de rotulage entre celle-ci et le patin (2).

2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'énergie électrique déchargée par le générateur dans la bobine est supérieure de 50 à 100% environ à la puissance théorique nécessaire au sertissage.

3. Dispositif de sertissage par magnétoformage pour la mise en oeuvre du procédé selon l'une des revendications 1 et 2, caractérisé en ce qu'il comprend un poste (1) de sertissage pourvu d'un support (8) de patin et d'au moins un bobinage (6, 6A) d'induction magnétique alimenté par un générateur (9), des moyens de chauffage du piston (5) préalablement à son introduction dans le patin (2) et des moyens pour déplacer jusqu'au patin (2) le piston (5) après chauffage de celui-ci.

4. Dispositif selon la revendication 3, caractérisé en ce que le poste (1) de sertissage comporte un ensemble inducteur (10) à deux bobines inductrices (7) pourvues chacune d'un bobinage (6) et

qui sont fixées à un concentrateur de champ (17) intercalaire.

5. Dispositif selon la revendication 3 ou 4, caractérisé en ce que les moyens de chauffage sont un four (11) à fluide caloporteur de température régulée, et le dispositif comporte en outre un tube (12) de transfert des pistons successifs (5) après chauffage au poste de sertissage (1), ainsi qu'un vérin (13) d'entraînement des pistons (5) dans le tube (12) et de maintien de l'effort d'assemblage des pistons (5) dans les patins (2).

6. Dispositif selon la revendication 5, caractérisé en ce que le poste de sertissage (1) comprend une bague (18, 18A) en matériau conducteur électrique dite "propulseur", dimensionnée pour pouvoir enserrer l'extrémité du patin (2) orientée vers le corps du piston (5) et interposée entre celui-ci et le bobinage d'induction (6).

7. Dispositif selon la revendication 6, caractérisé en ce qu'une bague isolante (19) de positionnement du propulseur (18, 18A), non conductrice électrique, entoure le patin (2) entre le propulseur et un collet terminal (2a) du patin.

8. Piston (5) pour pompe hydraulique comportant une tête sphérique (3) sur laquelle est serti un patin (2), fabriqué par le procédé selon l'une des revendications 1 et 2 et le dispositif selon la revendication 3, caractérisé en ce que des irrégularités sont ménagées sur la surface extérieure du patin (2) enserrée par le propulseur (18).

9. Piston selon la revendication 7, caractérisé en ce que ladite surface extérieure du patin (2) présente une encoche annulaire (21) limitée par un ressaut (22) du côté du corps (4) du piston (5).





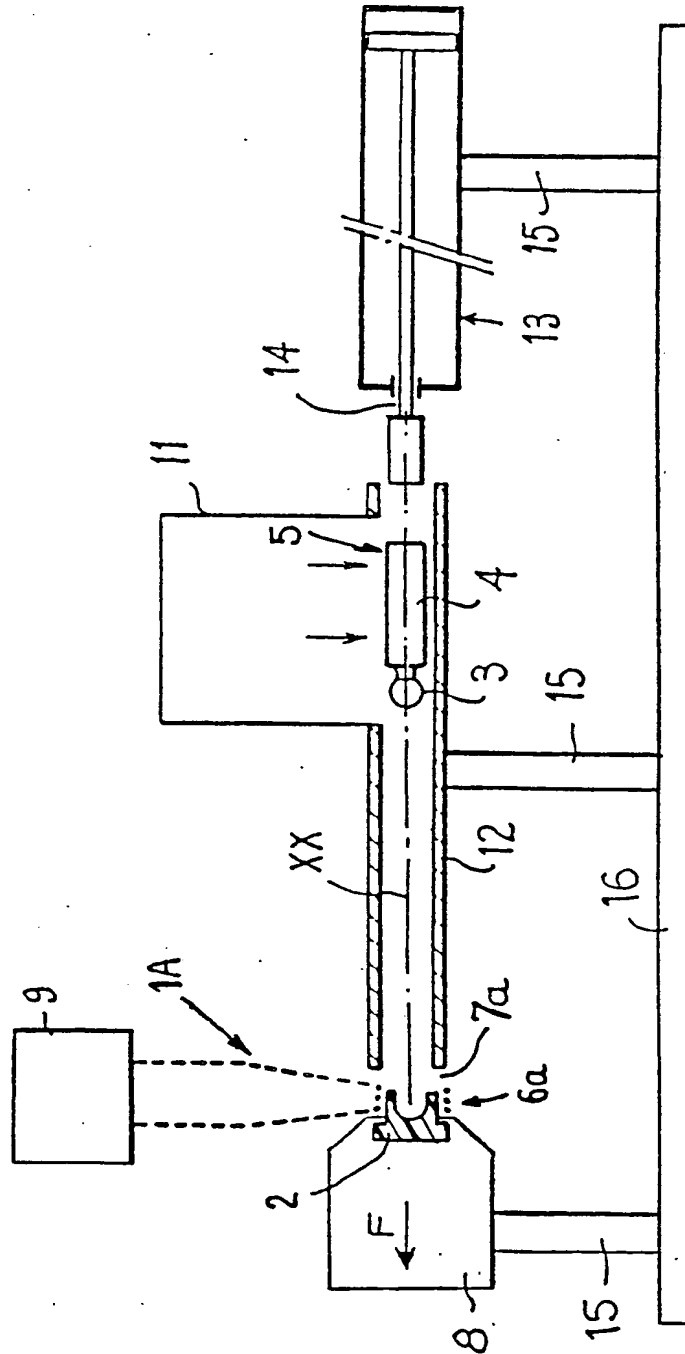
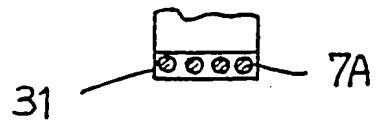
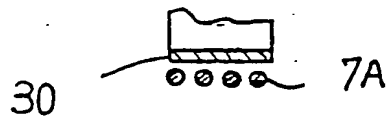
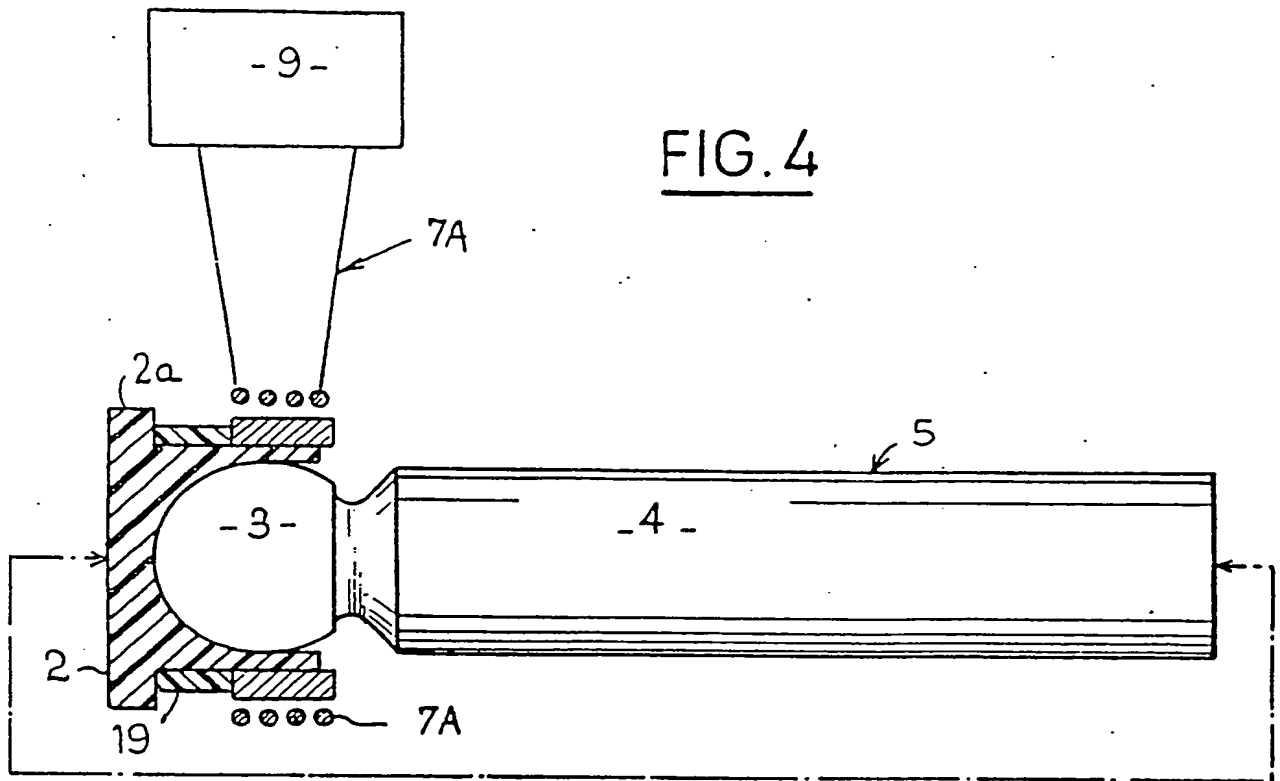


FIG. 3





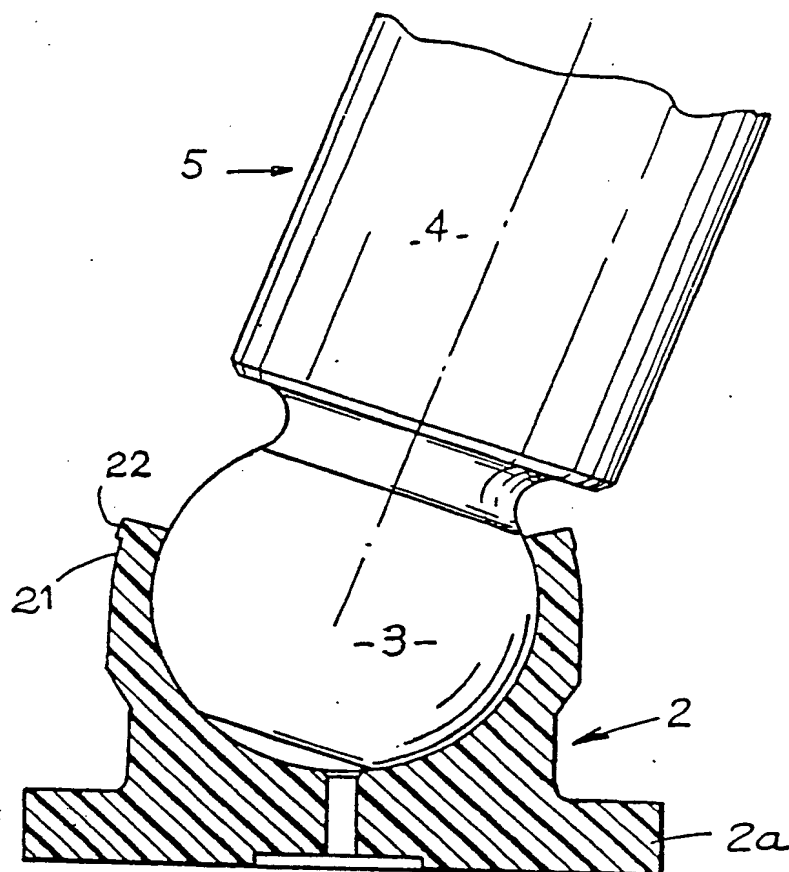


FIG. 6

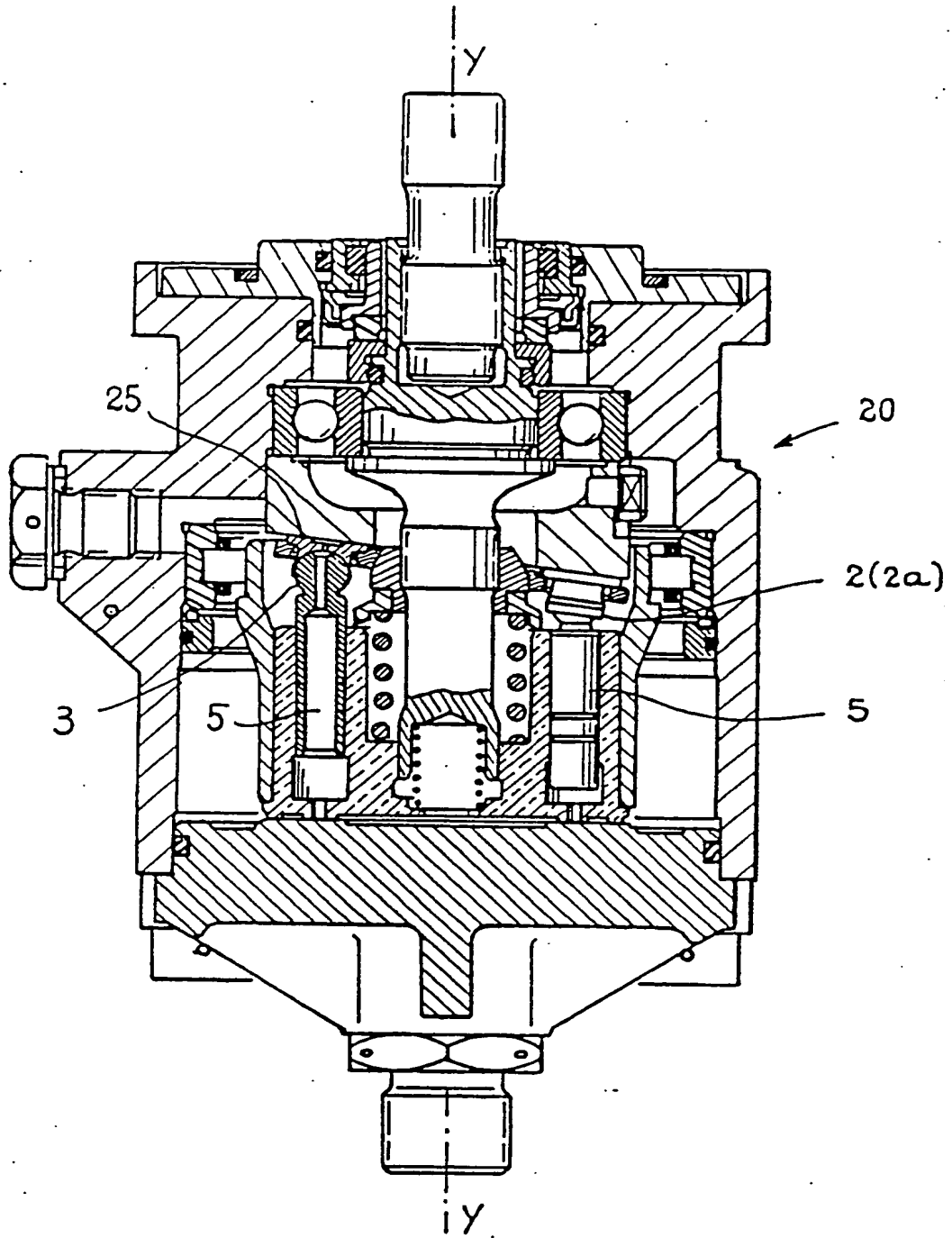


FIG. 7



Office européen  
des brevets

# RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numero de la demande

EP 89 40 2982

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int. Cl.5)
Y	FR-A-1 492 589 (SIEMENS) * En entier *	1	B 21 D 26/14
A	---	2	
Y	US-A-2 904 874 (THOMPSON RAMO WOOLRIDGE) * Colonnes 1,2 *	1	
A	---		
A	US-A-3 191 264 (BORG-WARNER) ---	1,8	
A	FR-A-1 435 694 (GENERAL DYMANAMICS) * En entier *	3,5,6	
A	---		
A	MAGNEFORM, THE ELECTROMAGNETIC METALFORMING MACHINE, 1963, General Dynamics, General Atomic Division, San Diego, California, US * Application 8 *	1	
	-----		
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl.5)
			B 21 D B 21 P F 04 B F 16 J
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 27-02-1990	Examineur RIS M.
<b>CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES</b>			
X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons ..... & : membre de la même famille, document correspondant	

EPO FORM 1503 03.82 (P0402)